Die tektonischen Vorgänge in der Rhodopemasse

von

Prof. J. Cvijić.

(Mit 1 Karte und 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. December 1901.)

Seit einer Reihe von Jahren untersuche ich die tektonischen Verhältnisse der Balkanhalbinsel. Den bei weitem größeren Theil der Halbinsel habe ich bereist und jene Gebiete, die sich im Laufe der Untersuchung als besonders interessant herausstellten, möglichst eingehend untersucht. Oft bin ich dabei jenen großen tektonischen Problemen nachgegangen, die E. Sueß im »Antlitz der Erde« aufgestellt hat.

Von den Ergebnissen meiner tektonischen Untersuchungen sind einige von allgemeiner Bedeutung, und diese sollen hier in einer kurzen Reihe von Abhandlungen mitgetheilt werden. Die eingehende Darstellung aller Beobachtungen und Ergebnisse wird an einer anderen Stelle folgen.

Meine Reisen erstrecken sich auf viele Tausende von Kilometern; dennoch ist die Balkanhalbinsel zu ausgedehnt, sind manche Gebiete zu unwegsam oder unsicher, als dass meine Untersuchungen überall intensiver Natur hätten sein können. Ich lege Wert darauf, diesen Hinweis auf den Charakter einiger Ergebnisse vorauszuschicken.

Unsere geologischen und geographischen Kenntnisse über jene Gebiete, die zu der alten Masse der Balkanhalbinsel gehören, waren sehr mangelhaft. In den letzten vier Jahren habe ich diese, und zwar insbesondere die Gebiete von Macedonien und Alt-Serbien, nach allen Richtungen durchreist, mit der Absicht, das ganze Gebiet geologisch aufzunehmen und

unsere geographischen Kenntnisse über diese Centralgebiete der Balkanhalbinsel zu vertiefen. Ich beginne hier mit einer Darstellung der tektonischen Vorgänge in dieser alten Masse der Balkanhalbinsel.

Die Grenzen und das westliche Grabengebiet.

Die Rhodopemasse umfasst die Gebirge des centralen und südlichen Theiles der Balkanhalbinsel und übertrifft an Ausdehnung einzelne jüngere Gebirgssysteme.

Sie beginnt im S vom Balkan und reicht bis in das Ägäische Meer hinein.[1] Vom Schwarzen Meere im Osten bis zu dem Senkungsfelde von Sofia ist die Grenze zwischen der Rhodopemasse und dem Balkan schon von v. Hochstetter richtig festgestellt;[2] weiter sind sie durch folgende Reihe von Senkungsfeldern getrennt: Durch die Becken von Znepolje (die Umgebung von Trn), von Zaplanje (im SO von Niš) und durch das breite Moravathal; kleine Inseln der alten Masse treten stellenweise auch rechts von der Morava auf. Im W dagegen ist die Grenze zwischen der Rhodopemasse und den jungen albanesischen Faltengebirgen stellenweise weniger scharf. Doch sind es auch hier wieder geräumige Senkungsfelder, welche im äußersten Süden von Macedonien die Grenze bilden: als solche können mit Sicherheit die Becken der Seen von Kastoria und Prespa bezeichnet werden. Im N des letzteren Beckens dringt die Rhodopemasse stark gegen W hin, und die Grenze zwischen ihr und einer inneren albanesischen paläozoischen Zone wird unsicher; wir stellen sie weiter unten auf Grund von Beobachtungen fest. Noch weiter im N, zwischen Kičevo und Skoplje (Usküb), sind die geologischen Verhältnisse sehr verwickelt und die Grenze noch unsicherer; paläozoische, mesozoische und paläogene Inseln nnd Zonen erreichen den Vardar, SW von Štip befindet sich selbst an seinem linken Ufer eine gefaltete paläogene Flyschzone; es sind also wieder Verhältnisse, die nur

[1] Ihre Grenzen in dieser Richtung finden sich bei Philippson: La tektonique de l'Egéide. Ann. de géogr., T. VII, 1898, p. 112—141.

[2] Ferd. v. Hochstetter, Die geolog. Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. Jahrb. der k. k. geolog. R. A., 1870, S. 265 bis 461. Ibid., 1872, S. 331 bis 388.

durch eingehende Beobachtungen gelöst werden können; wir sind durch dieselben veranlasst, eine Übergangszone zwischen dem jungen Gebirge und der echten Rhodopemasse anzunehmen. Das Becken von Kosovo, im NW von Skoplje, bildet im großen und ganzen die weitere Grenze.

Als eine erst breitere (mit den Gebirgen Kopaonik, Jastrebac etc.), dann schmälere Zone zieht die Rhodopemasse durch die Mitte Serbiens hindurch bis zu den Resten der alten, fast gänzlich versunkenen ungarisch-kroatischen Masse; die Beziehungen zwischen diesem schmalen Streifen der Rhodopemasse und den jungen gefalteten Gebirgssystemen in Serbien sind von hohem Interesse.

Wir verfolgen zuerst die geologischen Verhältnisse dieses derart begrenzten Gebietes in der Richtung von West nach Ost und beginnen mit dem Gebirgszuge der Mokranjska Planina, im Westen des Ochrid-Sees.

1. Dieser Gebirgszug streicht NNW—SSO und setzt sich im Norden in die Belička Planina und Jablanica fort, wo er die größte Höhe von 2280 *m* erreicht. Im Süden zieht er über das Kameni- und Morava-Gebirge und verbindet sich mit dem Gramos. Orographisch stellt er also die nördliche Fortsetzung des Pindos dar und bildet die Wasserscheide zwischen dem Ochrid-See und der Škumbija. Er besteht im Norden aus röthlichen Kaprotinenkalken und Kalkmergeln, sowie aus mergeligen Schiefern; im Süden dagegen aus Serpentin, auf welchen zahlreiche Klippen und Grate des Radiolitenkalkes aufgesetzt sind. Bei dem Kloster des heiligen Naum kommen bläuliche und helle Kaprotinenkalke vor. Vor dieser Kette befindet sich beim Dorfe Kalište, im NW des Ochrid-Sees, ein niedriger kahler Bergzug aus Nummulitenkalken. Alle diese Schichten streichen NNW—SSO, fallen meist gegen O, stellenweise auch gegen W und WSW.

Aus den kretacischen Kalksteinen, unter welchen Serpentine zum Vorschein kommen, bestehen auch die Gebirge im SO des Ochrid-Sees: die Suha Gora, der Prevtis, die Gebirge im SO des Prespa-Sees (der Ivan und Korbec), dann die Morava-Gebirge im Osten des Beckens von Kortscha und die Sarakino im Westen des Kastoria-Sees. In den letzteren zwei Becken

lagern über dem Serpentin die oberoligocänen Schichten und die marinen Ablagerungen der ersten und zweiten Mediterranstufe, die von Hilber untersucht worden sind. Die Flyschzone habe ich auch weiter gegen S, bis Kolonia und Ljeskovec in Epirus verfolgt, um die Verbindung mit den Beobachtungen von Philippson und Hilber herzustellen.

Diese geologische Zone setzt sich ebenso nach N fort, bis in die Umgebung von Scutari. Die Gebirge Hajmelit, Kalmetit und andere, welche im O und SO das Becken von Scutari umrahmen, bestehen durchwegs aus Serpentinen, Flyschsandsteinen und Kreidekalken. Boué und Dr. Hassert sprechen ferner von den Serpentinen und Flyschsandsteinen, die sich zwischen Prisren und Scutari befinden.

Die ersten Ketten im Westen vom Ochrid-See, von dem schwarzen Drim und den Becken von Prespa, Kortscha und Kastoria bilden die am weitesten gegen Osten gelegene, junggefaltete Flyschzone Albaniens. Von hier bis an das Adriatische Meer zieht sich eine dicht zusammengedrängte Reihe von Gebirgsketten, welche die Richtung NNW—SSO behalten und meist aus Flyschgesteinen zusammengesetzt sind. Eine Abweichung von diesem Streichen zeigt sich erst weit im Süden, im akrokeraunischen Faltensysteme, welches stark gegen NW und WNW abschwenkt.

2. Im O des Gebirgszuges der Mokranjska Planina findet sich eine Reihe von Becken, deren Längsaxen meridional streichen und die miteinander durch Schluchten und tiefe Einsattelungen verbunden sind. Sie beginnen im N mit dem Becken von Debar (Dibra), in der Mitte liegt das tiefste Becken, das des Ochrid-Sees, im S jenes von Kortscha. Diese Becken stellen eine Reihe von Graben dar, deren Längsaxen mit dem Schichtstreichen ungefähr parallel laufen.

Beiderseits sind sie durch lange Verwerfungen begrenzt. Die östliche Verwerfung beginnt im Becken von Debar; sie zeichnet sich durch zwei Schwefelthermen aus und zieht am östlichen Rande des Ochridbeckens als Koseljspalte fort. Einzelne abgesunkene Kalkschollen der Galičica ragen als Inseln aus der alluvialen Ebene von Ochrid empor; die Stadt selbst liegt auf einer solchen Kalkscholle, die sich steil unmittelbar

am Ufer des Sees erhebt. Etwa 5 bis 6 *km* nördlich von Ochrid sieht man bei dem Dorfe Koselj zahlreiche, 10 bis 15 *m* hohe Kegel, die 15 bis 20 *m* Durchmesser haben und unmittelbar aus der alluvialen Ebene emporragen. Sie bestehen aus stark metamorphosierten Phylliten und aus einem blauen Schlamm, sind von Schwefel und von Gipskrystallen durchsetzt und mit Schwefelkrusten überzogen. In ihrer Nähe befinden sich einige Gänge von jungen Eruptivgesteinen. Aus einer kleinen trichterförmigen Vertiefung dringt H_2S hervor, aus zahlreichen Spalten sprudelt Quellwasser, welches H_2S freigibt. Die ganze Umgebung riecht in einer halben Stunde Durchmesser nach H_2S. Solche Solfataren und Respirados setzen sich weiter nach S fort. Beim Dorfe Veligošči und beim Kloster Petka sind an den Gehängen der Petrinjska durch H_2S afficierte Stellen theils von unregelmäßiger Begrenzung, theils calottenförmig sichtbar. Die Verwerfung geht weiter nach S, das Ufer des Sees ist eine gerade Linie, die Gehänge der Galičica sind 200 bis 300 *m* hohe Kalkwände, unter welchen sich unmittelbar im Ochrid-See die Tiefenlinie von 150 bis 200 *m* befindet. Am südlichen Ufer des Ochrid-Sees, zwischen dem Kloster Naum und dem Dorfe Ljubaništa, ist diese Verwerfung in mehrere kurze, parallelstreichende Brüche aufgelöst, und längs derselben tritt eine schmale, N—S gerichtete Zone krystallinischer Schiefer im kretacischen Kalke zum Vorschein; dies ist die einzige Stelle. wo man die krystallinischen Schiefer antrifft.

Die westliche Verwerfung folgt dem westlichen Seeufer, unter welchem sich beim Dorfe Lin Tiefen von 200 bis 250 *m* befinden. Entlang derselben sind auch hier einzelne Kalkschollen abgesunken.

Beide Verwerfungen setzen sich im Becken von Kortscha fort. Längs derselben kommen Erdbeben sehr oft vor. Im Jahre 1893 sind in Kortscha, nach Erkundigungen von Hilber, 600 Stöße in drei Monaten wahrgenommen worden.[1]

3. Östlich vom Ochrid-See erheben sich steil, stellenweise mit senkrechten Wänden, die Gebirge Galičica und Petrinjska.

---

[1] Akadem. Anzeiger, Wien, XX, S. 4; diese Sitzungsber., mathem.-naturw. Cl., Bd. CIII, Abth. I, S. 623.

Sie setzen sich im S in die kahlen, felsigen und niedrigeren Gebirge von Suha Gora und Ivan fort, während sie im N in die meist höheren Gebirge Stogovo, Bistra, Korab und Šarplanina übergehen.

Der Gebirgszug der Galičica streicht meridional, nur die Šarplanina im äußersten Norden biegt in nordöstlicher Richtung um. Er zeichnet sich durch einen sehr breiten Rücken aus, wie die Gebirge von Bosnien und der Hercegovina, und große Flächen liegen oberhalb der Waldgrenze; oft erreicht er die Höhe von 2000 *m*, einzelne Gipfel sind noch viel höher (Ljubotin im Šardag 2510 *m*, einzelne Gipfel des Korab und Stogovo). Auf den nördlichen Gehängen der Šarplanina und in seinen Thälern kommen zahlreiche Spuren alter Gletscher vor.

Die geologische Zusammensetzung der einzelnen Gebirge des Galičicazuges ist nicht vollständig dieselbe. Die Grundlage der Galičica und Petrinjska Planina bilden die Phyllite, dann grünliche und röthliche Schiefer, welche von zahlreichen Quarzadern durchzogen sind, Sandsteine und Conglomerate; in allen diesen Gesteinen sind Schichten schieferigen bläulichen Kalkes eingelagert. Über dieser Serie kommen mächtige Diploporen- und Korallenkalke vor, die den Rücken der Gebirge bilden. Die Phyllite und Schiefer sind höchst wahrscheinlich paläozoisch, die oberen Horizonte derselben, insbesondere die rothen Schiefer, Sandsteine und Conglomerate sind triadisch. Die Schichten streichen N—S oder NNW—SSO, stimmen also mit dem Gebirgsstreichen überein und sind stark gefaltet.

Die Grundmasse des Šar-Gebirges besteht ebenfalls aus Phylliten mit zahlreichen Einschaltungen des bläulichen schieferigen Kalkes. Stellenweise aber findet man Glimmerschiefer, Chlorit-, Amphibolit- und Talkschiefer, die aber meist als metamorphosierte Phyllite zu betrachten sind. Über diesen Schichten liegt am Ljubotin ein circa 1000 *m* mächtiger Complex von röthlichen, bläulichen und gelblichen Kalken, welche keine Fossilien enthalten. Ihrem petrographischen Habitus und ihrer Mächtigkeit nach haben sie eine Ähnlichkeit mit den Kalken der benachbarten Albanesischen Alpen, mit jenen der höchsten Gebirge von Montenegro und der Hercegovina. Es werden sich wohl in diesen Kalken durch eingehende

Untersuchungen die Vertreter aller Formationen vom Paläozoicum bis zur Kreide finden. Wir bezeichnen sie einstweilen als mesozoische Kalke. Südöstlich von Ljubotin kommen flyschähnliche Sandsteine mit mächtigen Zügen von Serpentin und Trachytgesteinen vor, und längs einer NW—SO streichenden Verwerfung bricht der Kamm ab.

Im mittleren Theile des Šar-Gebirges, oberhalb Tetovo (Kalkandellen) streichen die Schichten der erwähnten paläozoischen Gesteine N—S und NNW—SSO. Sie biegen dann weiter nördlich langsam um, und im Stocke von Ljubotin streichen die Schichten NO—SW und ONO—SWS. Diese Thatsache bekommt dadurch eine größere Bedeutung, dass die Schichten der albanesischen Alpen in ähnlicher Weise umbiegen, und zwischen diesen zwei ausweichenden Faltensystemen befindet sich das große tertiäre Becken von Metochija. Es ist von Interesse, dass gleich im NO von Ljubotin, in der Enge von Kačanik und weiter, die krystallinischen Schiefer ausnahmslos ein NW—SO-Streichen haben.

Mit Ausnahme des Ljubotinstockes stimmt im Šar-Gebirge das Schichtstreichen mit dem Gebirgsstreichen nicht überein; sie kreuzen sich im mittleren Šar-Gebirge unter sehr kleinem Winkel.

Das Bistra-Gebirge besteht ebenso aus Phylliten mit eingelagertem Kalkstein, und den Rücken des Gebirges bilden mächtige mesozoische Kalke, wie jene von Ljubotin. Das Schicht- und Gebirgsstreichen, beide NNW—SSO, stimmen überein.

Von der Galičica bis zum Ljubotin zieht sich also eine sehr lange paläozoische und mesozoische Zone hin, welche im S wie abgeschnitten unter die kretacischen Kalke und Serpentine der Suha Gora untertaucht, im N aber aus ihrer normalen Richtung in die von NO nach SW umbiegt. An der Umbiegung erreicht diese Zone ihre größte Höhe im Ljubotinstocke.

Diese paläozoische und mesozoische Zone betrachte ich noch als die innere Zone der albanesischen Faltengebirge.

Der Šardagh aber gehört nicht unzweifelhaft zu denselben: wie erwähnt, unterscheidet er sich von den übrigen Gebirgen des Galičicazuges zuerst durch seine geologische Beschaffenheit,

dann durch die Verschiedenheit des geologischen und orographischen Streichens in der Hauptpartie des Kammes.

4. Zwischen dieser inneren Zone und der Flyschzone Albaniens befindet sich, wie erwähnt wurde, eine Reihe von tektonischen Graben. Noch geräumiger sind die Becken, die sich im O der Galičicakette in meridionaler Richtung hinziehen und dieselbe von den krystallinischen Gebirgen trennen. Das größte ist das Prespabecken, in welchem zwei Seen liegen; es ist 30 bis 40 *km* lang, 15 bis 18 *km* breit. Durch eine Schlucht, das Grlo (slavisch) oder Gruke Uikut (albanesisch), geht es in die Thalmulde des oberen Devol über, sodann in das Becken von Kastoria. Sie sind Gräben, durch meridional streichende Brüche verursacht, die auf großen Entfernungen zu verfolgen sind. Insbesondere sind solche Brüche am westlichen Ufer des Prespa-Sees zahlreich, und längs derselben haben sich die Schollen des kretacischen Kalkes der Galičica hinabgesenkt; die zwei Kalkinseln, der Grad und der kleine Grad im Prespa-See sind solche abgesunkene Schollen. Dasselbe sieht man am Westufer des Kastoria-Sees, und die hohe Halbinsel, auf deren Isthmus die Stadt liegt, ist eine abgesunkene Scholle des Sarakino.

Östlich von diesen Gräben erheben sich die krystallinischen Gebirge: im Osten des Prespa-Sees der circa 2500 *m* hohe Perister, welcher aus Granit und krystallinischen Schiefern besteht; die Schichten der letzteren streichen NNO—SSW und NO—SW, die Gebirgsmasse hat im S die Richtung N—S, im N NW—SO. Eine ebenso scharfe Grenze zwischen den jungen albanesischen Gebirgen und der alten Masse bildet das Becken von Kastoria. Im W desselben erheben sich niedrigere Kämme aus kretacischem Flysch; die Richtung der Falten und das orographische Streichen stimmen überein. Im O dagegen erheben sich bis zu der Höhe von 2000 *m* die Gebirge Vič und Klisurska Planina, die nur im N des Kastoria-Sees aus Granit, vorwiegend aber aus krystallinischen Schiefern bestehen. Die letzteren streichen ebenso wie im Perister NO—SW.

Die Grenze zwischen den jungen Gebirgen und der Rhodopemasse ist nirgends so klar wie längs der erwähnten Reihe von Becken.

Im N des Beckens von Prespa dringt die alte Masse weit gegen W vor, und zwischen ihren einzelnen Partien und den jungen Gebirgen besteht keine natürliche Grenze: sie verwachsen. Dieses sehr geräumige Gebirgsgebiet ist stark bewaldet und wegen der Räuberbanden unsicher. Eine eingehende Untersuchung ist dadurch verhindert. Ich konnte es nur in zwei Touren von S nach N durchstreifen und Folgendes feststellen:

Zu der alten Masse gehören die Gebirge: die Bigla, die Ilinska und Prostranjska Planina und die Baba. Mit Ausnahme der Bigla, die aus Gneis und Glimmerschiefer besteht, sind alle übrigen aus der jüngeren krystallinischen Serie mit Phylliten und zahlreichen Einschaltungen des marmorartigen, krystallinischen Kalkes zusammengesetzt. Über denselben liegen Schollen eines alten, schieferigen, röthlichen und bläulichen Kalkes. Die Schichten streichen ONO—WSW, senkrecht auf das meridionale Gebirgsstreichen. Nur das Baba-Gebirge streicht O—W, und außerdem erreichen in demselben die sonst sehr dünnen Massen des schieferigen Kalkes eine Mächtigkeit von circa 200 *m*.

Mit den letzteren Gebirgen sind wir, von W fortschreitend, in das krystallinische Gebiet eingetreten.

Es ist von Interesse, dass zwischen den jungen albanesischen Gebirgen und den krystallinischen Felsarten eine Reihe von Gräben liegt, die durch meridional streichende Brüche begrenzt sind. Sie haben also dieselbe Richtung wie die Brüche in den benachbarten jungen albanesischen Gebirgen. Nicht aber in den Grenzgräben allein, sondern auch weiter in den Randpartien der alten Masse folgen die Verwerfungen der meridionalen, albanesischen Richtung, so z. B. im Graben von Monastir und in jenem von Tetovo-Gostivar. Ganz anders sind diese Verhältnisse weiter im O, gegen die Mitte der Rhodopemasse. Vorläufig schließen wir daraus Folgendes: die Senkungen der jungen Faltengebirge setzen sich gleichsinnig in die Randpartien der alten Masse fort.

Dieselbe Erscheinung sieht man in jenen Partien der alten Masse, welche in der Nähe des Balkans liegen. Im Süden des Balkans liegt eine Reihe von Gräben, welche durch die Unter-

suchungen von J. v. Hochstetter und Toula bekannt geworden sind. Alle diese Gräben sind von Brüchen begrenzt, welche O—W streichen, ebenso wie die Falten des Balkans. Südlich von diesen Becken erheben sich O—W streichende Gebirge: die Ichtimaner Gebirge, die Srednja und Srnena-Gora, welche von v. Hochstetter und Zlatarski untersucht worden sind. Sie bestehen vorwiegend aus granitoiden Gesteinen und krystallinischen Schiefern, sodann aus Trias und Kreide. Sie sind mit der krystallinischen Zone des centralen Balkans durch krystallinische niedrige Kämme brückenartig verbunden. Zahlreich sind in ihnen Eruptionen von Trachytgesteinen und Thermen, deren Zahl in der Srednja-Gora allein circa 20 beträgt, mit einer Temperatur von 31 bis 50° C.

Dieselben liegen an Verwerfungen, die O—W streichen, und durch solche Verwerfungen haben diese Gebirge ihr ost-westliches orographisches Streichen erhalten. Auch in diesen Randpartien der Rhodopemasse stimmen die tektonischen Bewegungen mit denen in den benachbarten jungen Gebirgen überein. Während aber die Schichten der jungen Gebirge vorwiegend gefaltet wurden, bildeten sich in den Randpartien der alten Masse nur Brüche, welche die Richtung der erwähnten Falten annahmen.

Ganz andere Erscheinungen treten beim Zusammentreffen der alten Masse mit dem Balkan und dinarischen Falten in Serbien ein, indem sich zwischen ihnen keine Gräben befinden. Wir besprechen diese Verhältnisse an anderer Stelle und gehen jetzt auf die Betrachtung der geologischen Beschaffenheit und der Discordanzen in der Rhodopemasse über.

Die westmacedonische Zone und die Rhodopemasse.

Diese Masse besteht aus zwei Serien von krystallinischen Schiefern. In der älteren herrschen Gneise und Glimmerschiefer vor, seltener sind die Quarzite, Amphibol-, Talk- und Chloritschiefer; untergeordnet finden sich stellenweise auch Phyllite in dieser Gruppe, ferner eingelagerte Schichten von krystallinischem Kalk. Die Granite treten allein in dieser Serie der krystallinischen Schiefer auf, sehr selten und nur in kleinen Vorkommnissen findet man auch Gabbro. Die jüngere Serie

setzt sich hauptsächlich aus Phylliten und grünen Schiefern mit zahlreichen, oft mächtigen Einlagerungen von schieferigem Kalk zusammen. Es ist wahrscheinlich, dass diese Schiefer wenigstens theilweise zum Paläozoicum gehören; ihrem petrographischen Habitus nach errinnern sie oft an die paläozoischen Schiefer von Bosnien und Serbien. Sie sind häufig von Glimmer- und Amphibolschiefer begleitet.

In beiden Serien kommen kleine Serpentinmassen vor. Zahlreich sind die jüngeren Eruptivgesteine und ihre Tuffe, welche oft eine große Verbreitung haben; unter denselben herrschen die Andesite, Dacite, Propylite und Rhyolite vor. In Nordmacedonien befindet sich eine Reihe von sehr jungen Basalt- und Leucititkuppen. Die größten Eruptivgebiete sind jene von Kratovo und Zletovo (Andesit, Dacit, Rhyolit, Basalt mit Leucitit), von Morihovo (Propylit) im W von Vardar, von Novo Brdo und Janjevo, welche mit den Eruptivgebieten von Kopaonik und Vranje in Serbien ein Ganzes bilden (Dacit und Andesit), endlich die bekannten großartigen Trahyteruptionen in der Rhodope selbst. Eng sind mit diesen Eruptivgesteinen die Erzvorkommnisse (Kupfer-, Mangan-, Blei- und Silbererze, dann Realgar und Auripigment) verbunden.

Die älteren krystallinischen Schiefer sind in zwei Partien getheilt. Die weit größere liegt im O von Vardar und nimmt das ganze Ostmacedonien und die benachbarten Gebiete Thrakiens ein, die kleinere befindet sich in Westmacedonien. Die erstere Zone setzt sich gegen N und NW in die Gebirge von Südserbien (Kopaonik, Jastrebac, Vardenik etc.) und des Kosovogebietes fort. Den Grundstock dieser Partie bildet das Rilagebirge und der höchste nordwestliche Theil der Rhodope, weiter der Pirin (Perim der Karten), die Gebirge Bešik, Belasica, Karadagh und Hortač, welche zwischen Serres und Salonik liegen. Jede Spur von Sedimentgesteinen fehlt in den erwähnten Gebirgen. Dasselbe gilt für die ganze westliche Partie der krystallinischen Schiefer, aus welchen die hohen Gebirge: der Perister (bei Monastir), die Klisurska, Selečka und die Gebirge von Kruševo bestehen.

Die Phyllite mit Einschaltungen des krystallinischen Kalkes kommen im O des Vardar nur stellenweise vor, so z. B.

im Osogov-Gebirge in Macedonien, im Tekir- und Kurudagh in Thrakien; ihr eigentliches Verbreitungsgebiet ist das westliche Macedonien. Aus denselben bestehen die hohen Gebirge zwischen den Becken von Morihovo und Meglen (mit Ausnahme von Niče), die gewaltige Masse der Jakupica (2500 *m* Höhe), und Golešnica im WNW von Veles (Köprülü) und der lange Kamm der Suha Gora, im O des Beckens von Tetovo.

Die Sedimentgesteine sind in dem Rhodopesystem spärlich vorhanden und unregelmäßig zerstreut. Die zwei krystallinischen Kerne sind, wie gesagt, ohne Sedimentgesteine. An ihren Rändern, insbesondere aber über den Phylliten und im mittleren Vardargebiete kommen Sedimente, stellenweise in größerer Ausdehnung vor.

Außer den bekannten Devonschichten am Bosporus gibt es im O der Rhodopemasse auch mesozoische und tertiäre Schichten. In der Srednja Gora lagern auf den krystallinischen Schiefern triadische Dolomite und mergelige Kalke, auf diesen, anderwärts unmittelbar auf den krystallinischen Schiefern, verschiedene kretacische Sandsteine. Die Trias tritt auch in der Srnena Gora, sowie im Strumagebiete in Bulgarien auf.

Paläogene Kalke, Sandsteine und Conglomerate findet man auf den Phylliten und krystallinischen Schiefern des Tekirdagh und der Rhodope; dieselben Gesteine mit Nummuliten kommen auch im Sakar vor.

In Südserbien folgen paläozoische und kretacische Schichten auf die krystallinischen.

Zahlreich sind die Vorkommnisse der mesozoischen, insbesondere der kretacischen, dann der paläogenen Schichten im W von Vardar und in seinem Thale. Im Porečgebiete zieht sich in meridionaler Richtung eine lange Zone von Triasdolomiten hin, die discordant auf den Phylliten liegt. Weiter gegen N, unmittelbar am südwestlichen Rande des Beckens von Skoplje, kommen mächtige Kaprotinenkalke vor, welche discordant über den krystallinischen Schiefern liegen. Im N von Skoplje trifft man flyschartige Schiefer, Sandsteine und Kalksteine, welche sich auch im Defilé von Kačanik befinden und ebenso discordant auf krystallinischen Schiefern liegen.

Im Vardargebiete, von Skoplje abwärts, fand ich paläogene Schichten an vielen Stellen. Zu solchen gehören die Nummulitenkalke beim Dorfe Sopište im Becken von Skoplje, dieselben Kalksteine im S von Veles, Priabonaschichten in der Nähe der Stadt Kočane und die mächtigen, flyschartig ausgebildeten paläogenen Schichten im Tikveš, aus welchen eine Reihe von niedrigeren Gebirgen am linken Vardarufer (die Gebirge: Konečka, Dauldschik und Čaške) bestehen.

Im SW von Macedonien zieht sich eine Zone von Sedimenten, und zwar von Hippuritenkalken, um den See von Ostrovo herum, und eine zweite, aus Flysch bestehend, erscheint im SW von Ber (Veria) und Njeguš (Niausta). Beide haben ihre Fortsetzungen im Norden. Kretacischen Alters sind auch jene mächtigen Kalke, die den breiten Rücken des Kožuh-Gebirges bilden und im Vardarthale, in der Demir-Kapija erscheinen.

In zahlreichen Becken der Rhodopemasse befinden sich neogene Schichten, welche stellenweise auf den paläogenen liegen, meist aber am Rande der Becken unmittelbar den krystallinischen Schiefern auflagern.

Alle Schichten, die sich an der Zusammensetzung der Rhodopemasse betheiligen, sind gefaltet, bis zu den oligocänen, welche nur ausnahmsweise Falten aufweisen. Die gefalteten triadischen und kretacischen Schichten liegen discordant über den krystallinischen Schiefern, stellenweise aber, wie im Karadagh nördlich von Skoplje und in der kretacischen Zone von Ostrovo, ist die Discordanz so gering, dass sie kaum bemerkbar ist. Im Kožuh-Gebirge, im südwestlichen Macedonien, kommen die kretacischen Kalke discordant über den paläozoischen Schiefern. Falten sieht man auch in den Nummulitenkalken bei Sopište, in der Umgebung von Skoplje; dieselben liegen discordant über den krystallinischen Schiefern, und auf ihnen lagern discordant die nicht gefalteten neogenen Schichten. Intensiv sind jene Schichten des paläogenen Flysches gefaltet, der sich im Tikveš, links vom Vardar befindet; hier dürfte auch ein Theil der oligocänen Schichten gefaltet sein, die übrigen sind nur von Brüchen durchsetzt. Dagegen findet man in den Priabonaschichten beim Dorfe Bela (Kočane) keine Falten, sondern nur Brüche.

Das Neogen, das sich im Becken befindet und von den krystallinischen Schiefern und kretacischen Schichten oft durch Verwerfungen getrennt wird, ist nirgends gefaltet, oft durch Brüche schollenartig zerbrochen, hie und da aber nur sehr wenig geneigt. Stets nimmt es eine discordante Lage ein, sowohl zu den krystallinischen Schiefern, als auch zu den kretacischen Schichten und zu dem Paläogen. Oft aber sind die neogenen Schichten am Rande der Becken so stark aufgerichtet, dass die Discordanz zwischen ihnen und den krystallinischen Schiefern selbst sehr gering ist. Mit den paläogenen Schichten sind sie unmittelbar am Rande des Beckens von Skoplje beinahe concordant; sie sind also auch hier aufgekantet. Wenn man sich aber vom Rande des Beckens nur einige hundert Meter entfernt, sind die neogenen Schichten gegen die Mitte des Beckens kaum bemerkbar geneigt. Längs der alten vorneogenen Verwerfungen am Rande der Becken sind die neogenen Ablagerungen am stärksten dislociert; weiter gegen die Mitte des Beckens waren die tektonischen Processe weit weniger intensiv, und die neogenen Schichten zeigen gegenüber den älteren der Umrahmung eine starke Discordanz. Oft sind die neogenen Ablagerungen so stark disIociert, dass ihre Schichten beinahe vertical stehen; sie sind in zahlreiche Schollen zerbrochen, zwischen welchen sich Schollen der krystallinischen Schiefer und des krystallinischen Kalkes befinden. Ein solches interessantes Schollenland, in welchem hintereinander neogene und krystallinische Schollen zutage kommen, befindet sich im N von Serres in Südmacedonien. Zur Beleuchtung der erwähnten Discordanzen und Randstörungen sind insbesondere die Profile aus der Umgebung von Skoplje und Serres geeignet.

Demnach sind in der Rhodopemasse zwei Discordanzen sichtbar: eine ältere zwischen den krystallinischen Schiefern und der Kreide und eine jüngere zwischen dem Paläogen und Neogen.

Auf Grund dieser Discordanzen kann man sich die tektonischen Processe der Rhodopemasse folgenderweise vorstellen:

In den krystallinischen Schiefern traten schon frühzeitig Faltungen auf vor denjenigen, von denen auch die kretacischen Schichten ergriffen wurden.

Am Schlusse der Kreidezeit trat eine neue Faltung ein, welche bis zum Anfang des Oligocän, vielleicht noch im ältesten Oligocän fordauerte. Das ist die Hauptfaltung der Rhodopemasse. Sie unterscheidet sich dadurch von der böhmischen Masse, wo der Faltungsvorgang mit der Carbonzeit abgeschlossen worden ist.

In den jungtertiären Ablagerungen zeigt sich keine Spur von Falten, auch nicht im oberen Oligocän. Im Oligocän begann ein neuer Process von Verwerfungen und Senkungen; derselbe dauerte im Neogen an und setzte sich auch im Quartär fort. Durch die Verwerfungen wurde die ganze Rhodopemasse zerbrochen, die Gebirgszüge bekamen eine Orientierung, die unabhängig von den Falten ist. Es versanken einzelne Schollen und es bildeten sich große Becken. Dieser Process tönte allmählich aus, und da ihm alle Schichten nicht zu derselben Zeit unterworfen waren, so ergibt sich eine geringe Disconcordanz zwischen Oligocän und Neogen. Nach meinen zahlreichen Beobachtungen scheint überdies dieser Vorgang in den nördlichen Partien der Rhodopemasse früher begonnen zu haben als in den südlichen, welche dem Ägäischen Meere näher liegen. Viele nördliche Graben der Rhodopemasse, in welchen oberoligocäne Schichten vorkommen, waren schon im Oligocän gebildet, während am Ende des Neogens die tektonischen Bewegungen in denselben so schwach waren, dass die neogenen Ablagerungen nur am Rande der Becken stark gestört sind, sonst nur schwach gestört oder nahezu horizontal geblieben sind. Zahlreiche Becken von Südmacedonien, in welchen keine neogenen Schichten vorkommen, sind postneogenen Alters. Es folgt daraus weiter, dass die tektonischen Processe im N in der Quartärzeit beinahe erloschen sind, während sie dann in der Umgebung des Ägäischen Meeres besonders intensiv waren. Nur stellenweise kommen im N quartäre Bewegungen vor. Zu solchen gehört die einige Kilometer lange, N—S streichende Verwerfung im NO von Kumanovo, beim Dorfe Nagoričino. Sie ist durch eine Reihe von

Basalt und Leucititkuppen bezeichnet, und durch diese Eruption sind die neogenen Schichten um die Kuppen herum steil aufgerichtet, in einiger Entfernung aber sind sie nahezu horizontal. Weiter im S liegt an dieser Verwerfung die Schwefeltherme von Kaplan. Es könnte die Verwerfung, längs welcher die Eruption stattgefunden hat, auch eine ältere sein, weil sie sich in der unmittelbaren Nähe des östlichen Randes des Beckens von Skoplje befindet. Jedenfalls aber sind die erwähnten Erscheinungen ein Zeichen junger endogenen Thätigkeit.

Richtung der Falten.

In die tektonische Skizze sind zuerst alle von mir beobachteten Faltenrichtungen eingetragen. Im S vom 40° nördl. Breite sind dieselben der tektonischen Karte der Egäis von A. Philippson entnommen, welcher auch die bekannte tektonische Skizze der griechischen Gebirge von Neumayr benützt hat.[1] Zwischen diesen zwei Gebieten blieb ein Streifen Landes in Südalbanien und in Nordthessalien, dessen Faltenrichtungen nicht bekannt waren. Um diese Lücke auszufüllen und die Verbindung mit den Beobachtungen von Philippson herzustellen, habe ich eine Tour von H. Saránta über Delvinon, Jannina, Leskowik, Kolonia bis Kortscha ausgeführt, hie und da auch die Beobachtungen von Hilber benützt.[2] Wenn sich trotzdem im Flussgebite der Bistrica (Haliakmon) Lücken befinden, sind dieselben in gleichem Maße auf die großen Serpentinmassen und die tertiäre »albanesische« Bucht[3] zurückzuführen wie auf die lückenhafte Kenntnis.

In dem großen Gebiete von Niš in Serbien bis nach Thessalien und von Seres bis zum Prespa-See wechselt das Streichen der krystallinischen Gesteine sehr oft. Im großen und ganzen sind ihre Falten aber doch nach bestimmten Richtungen angeordnet.

---

[1] A. Philippson, La tektonique de l'Egéide. Ann. de géogr.. Tome VII, 1898.

[2] Hilber, Geolog. Reise in Nordgriechenland und Macedonien. Diese Sitzungsber., mathem.-naturw. Cl., Bd. CIII, 1894; Akad. Anzeiger, XX, 1893.

[3] Sueß, Das Antlitz der Erde, III, S. 412.

Im Kosovogebiet, in Südserbien und in Nordmacedonien haben die krystallinischen Schiefer meist ein meridionales Streichen, und zwar im Kosovogebiet NNW—SSO, in Serbien N—S oder NNO—SSW, in Nordmacedonien wieder N—S und NNW—SSO.

In Südmacedonien sind die Falten in solcher Weise angeordnet, dass sie einen scharfen Bogen bilden, dessen concave Seite sich nach S richtet. Zu demselben gehört auch die Mehrzahl der Falten der westmacedonischen krystallinischen Gebirge; nur zwischen Bitolj (Monastir) und Skoplje zeigen sich gewisse lokale Abweichungen.

Alle Sedimentgesteine, das gefaltete Paläogen nicht ausgenommen, streichen beinahe constant NW—SO oder NNW—SSO. Sie zeigen weiter die Tendenz nach NO umzubiegen; dieselbe ist besonders in der inneren albanesischen Zone ausgeprägt. Die Sedimentgesteine um das große neogene Becken von Djakovica herum streichen ONO—WSW. Die beiden letzten Erscheinungen deuten auf eine Scharung des dinarischen und des albanesischen Faltensystems hin, welche in der Umgebung von Scutari noch ausgeprägter hervortritt.

In der tektonischen Skizze kommt weiter die wichtige tektonische Grenze zum Ausdrucke, die sich am oberen Vardar und im SW von Kosovo findet; die NW—SO streichenden Falten der älteren Felsarten stoßen auf jene nach NO umgebogenen unter einem rechten Winkel zusammen.

Im S, bei Konica und Leskowik in Epirus, beobachtet man ein Auseinandertreten der griechisch-albanesischen Falten. Die einen richten sich nach N und NNW hin, die anderen biegen scharf nach NW und WNW um und bilden die Gruppe der Akrokeraunischen Gebirge.

Verwerfungen und Plastik.

Die Verwerfungen haben mannigfaltige Richtungen und kreuzen sich beinahe regelmäßig mit den Faltenrichtungen. Doch haben einzelne Gruppen von Verwerfungen eine gemeinsame Orientierung. Wie hervorgehoben wurde, herrschen in den Randpartien der westmacedonischen Masse Brüche vor,

welche NNW—SSO-Richtung haben. Außerhalb dieser Regelmäßigkeit streichen die Verwerfungen östlich vom Vardar in der Regel O—W und biegen mit ihren westlichen Enden in die Richtung NW—SO um. Eine solche Richtung zeigen die Verwerfungen von Longasa im NO von Salonik, dann jene von Seres, Strumica und Radović. In den mittelbulgarischen krystallinischen Gebirgen herrschen Verwerfungen von der Richtung O—W vor. In den aus paläozoischen und mesozoischen Gesteinen zusammengesetzten Gebirgen von Meglen und Murihovo (Kožuh und andere) streichen die Brüche in der Regel NO—SW.

Der Vorgang der Verwerfungen war sehr intensiv, und längs der Verwerfungen senkten sich die gefalteten Schollen der Rhodopemasse tief hinab. Das Maß der Absenkung lässt sich an einigen Grabeneinbrüchen abschätzen. Über dem circa 290 *m* tiefen See von Ochrid ragt die Galičica noch 1300 *m* empor. Fast dieselben Höhenunterschiede herrschen zwischen dem Becken von Ostrovo und dem Niče-Gebirge, sodann zwischen dem Perister-Gebirge und dem See von Prespa. Tief hinabgesunken ist das Becken von Skoplje, dessen Sohle eine mittlere Höhe von 250 *m* besitzt, während sich über ihm der Gipfel Jakupica bis 2250 *m* hoch erhebt. Beinahe die nämlichen Unterschiede bestehen zwischen dem Kosovopolje, das eine mittlere Höhe von 500 bis 600 *m* hat, und dem Šar-Gebirge, dessen höchster Gipfel etwa 2500 *m* hoch ist. Aber ihren höchsten Betrag erreichen diese Unterschiede in Südmacedonien. So ist der Golf von Salonik etwa 1000 *m* tief, und über ihm erhebt sich der Olymp, 2985 *m* hoch; noch tiefer ist das Meer südlich vom Athosgipfel, welcher 1935 *m* Höhe hat; die erwähnten Unterschiede betragen also hier 3000 bis 4000 *m*.

Diese Thatsachen weisen darauf hin, dass die Intensität der radialen Dislocationen von N gegen S zunimmt. Sie sind im S von Macedonien, in der Umgebung des Ägäischen Meeres, nicht nur jünger, sondern auch intensiver.

Mit den Verwerfungen sind zahlreiche Thermen eng verbunden, die in der Rhodopemasse weit zahlreicher als in den

jüngeren Faltensystemen auftreten und die außerdem unter allen Thermen der Balkanhalbinsel den höchsten Wärmegrad erreichen.

Dieser tektonische Vorgang war entscheidend für das Entstehen der gegenwärtigen Plastik der Rhodopemasse. Durch oligocäne und spätere Verwerfungen wurden die alten Falten verschiedenartig zerbrochen, meist schräg oder rechtwinkelig auf ihre Längsaxe, so dass das orographische und geologische Streichen nur selten übereinstimmen. Durch die Verwerfungen wurde also die Richtung und Anordnung der alten, vor den radialen Dislocationen bestehenden Gebirge fast gänzlich verändert. Überdies haben sie hauptsächlich durch eine solche Entstehungsweise jene plumpen und massiven Formen erhalten, wodurch sie sich plastisch wesentlich von den jungen gefalteten Gebirgen unterscheiden. Sie stellen keine schmalen Kämme und Grate dar, sondern Rücken und Plateaus, welche in der Regel 20 bis 30 *km* breit sind.

Noch wichtiger sind die Gräben, welche während des zweiten tektonischen Processes in der Rhodopemasse entstanden sind. Sie brachten ein neues plastisches Element herein; das Rhodopesystem unterscheidet sich von den jungen gefalteten Gebirgen insbesondere durch seine zahlreichen Becken. Einzelne von diesen Becken sind über 1000 km^2 groß.

Zahlreiche Becken der Rhodopemasse entstanden noch im Oligocän, wie die Metohija, das Kosovo, das Becken von Skoplje und Tikveš und andere, und waren am Beginne des Neogens tiefe Seen. Später trockneten sie aus, theils infolge der Vertiefung des Bettes ihrer Abflüsse, theils infolge klimatischer Veränderungen. Wenige von diesen neogenen Seen sind bis heute erhalten geblieben, wie der See von Ochrid, die beiden Seen von Prespa und jener von Kastoria. Sie sind sehr reich an verschiedenen *Dreissensia*-Arten, neben denen andere Conchylien verschwinden. Wir können in denselben die Bildung der Ablagerungen und das Leben jener Fauna beobachten, welche in den zahlreichen ausgetrockneten Becken, insbesondere in den alten Massen auftreten. Es sind auch Übergänge zwischen den ausgetrockneten und erhaltenen neogenen Seen vorhanden. Von dem großen

neogenen See von Seres sind jetzt drei kleinere und seichte zurückgeblieben, die als Relicte des großen neogenen Süßwassersees zu betrachten sind.

Die südlichen Becken, welche, wie erwähnt, jüngeren, meist postneogenen Alters sind, wurden erst im Pliocän und Diluvium zu Seen. Vom Ende des Diluviums senkte sich ihr Niveau sehr rasch, es erhielt sich aber bis heute von der Mehrzahl derselben ein kleiner pliocäner oder diluvialer Relictensee. Infolge der chemischen Concentration setzten sich auf ihrem trockengebliebenen Boden Kochsalz und Gips ab. Solcher Art sind alle Seen in der Umgebung von Salonik (Langasa, Bešik und andere). Der große diluviale Ostrovo-See zerfiel in vier kleinere. Das Wasser desselben war kalkhaltig, wie das der erhalten gebliebenen Seen, und zwischen denselben liegen mächtige Ablagerungen von Kalklehm und Kalktuff, die voll von Congerien sind.

Der zweite tektonische Vorgang der Verwerfungen hat also auch zum Seenreichthum des Rhodopesystems, insbesondere in Macedonien, beigetragen.

Die verschiedenen geologischen Zonen.

Aus der tektonischen Skizze und aus den dargelegten geologischen Verhältnissen ergibt sich, dass die westmacedonische Zone gewisse abweichende Eigenschaften gegenüber der großen alten Masse in O von Vardar aufweist. Sie nimmt das Gebiet von den großen Seen im W bis zum Vardar ein, stellenweise überschreitet sie den letzteren.

Die westmacedonische Zone besteht aus krystallinischen und paläozoischen Schiefern, über welche transgredierende Schichten von Trias, Kreide und Eocän abgelagert und dann eingefaltet wurden. Es ist von großem Interesse, dass sich nirgends eine vollständige Serie von Trias, Kreide und Paläogen befindet, sondern meist die Schichten der einzelnen Formationen isoliert und direct über den krystallinischen Schiefern liegen. Im Osten von Vardar fehlen alle diese Schichten vollständig. Sueß hat auf Grund weniger Thatsachen, die ihm zur Verfügung standen, diese Verschiedenheiten erkannt und meine

westmacedonische Zone als Dinariden bezeichnet.[1] Durch die lückenhafte Folge der Sedimentformationen und durch die zwei tektonischen Vorgänge unterscheidet sich die westmacedonische Zone wesentlich von den jungen gefalteten Gebirgen im Westen. Sie zeigt auch andere Unterschiede gegenüber den jungen albanesischen Gebirgen, sowie auch gegenüber der echten alten Masse im Osten.

Die jungen Eruptivgesteine fehlen beinahe vollständig in dem albanesischen Faltengebirge, haben dagegen eine enorme Ausdehnung in der alten Masse im O vom Vardar; sie kommen auch in der westmacedonischen Zone vor, ihre Vorkommnisse sind aber weit seltener und geringfügiger als in der alten Masse.

Weiter unterscheidet sich die westmacedonische Zone von den jungen Gebirgen im W durch ihre Armut an Serpentinvorkommnissen. Bekanntlich haben die Serpentine eine große Ausbreitung in den gefalteten Gebirgen der Westhälfte der Balkanhalbinsel, insbesondere in Bosnien und Nord-Albanien; auf ihre großen Massen in den kretacischen und paläogenen Flyschgesteinen im W vom Ochrid-See haben wir hingewiesen. In den entsprechenden transgredierenden Schichten der westmacedonischen Zone fehlen die Serpentine meist vollständig; sie kommen nur in sehr kleinen Partien im N und S dieser Zone vor.

Die westmacedonische Zone verhält sich also nach vielen ihrer Eigenschaften selbständig gegenüber den jungen Gebirgen im W, sowie auch gegenüber der echten alten Masse im O und stellt ein Zwischenglied oder eine Übergangszone von den jungen Gebirgen zur Masse dar. Auf Grund ihrer geologischen Beschaffenheit und der tektonischen Vorgänge steht sie der alten Masse viel näher, und ich betrachte sie als die westliche Randpartie der Rhodopemasse. Es ist von Interesse, dass sich eine solche Übergangszone oder eine Randpartie der alten Masse sehr wahrscheinlich auch im S vom Balkan befindet. Das sind jene bulgarischen Mittelgebirge, in denen, ebenso wie in der westmacedonischen Zone, die Verwerfungen

[1] Das Antlitz der Erde, III, S. 414 und weiter.

dieselbe Richtung haben wie die Falten in den benachbarten jungen Gebirgen.

Wir können also in unserem Gebiete folgende drei geologische Zonen unterscheiden:

1. Die mesozoischen und paläogenen Züge im W der Seen von Kastoria, Kortscha und Ochrid bis an das Adriatische Meer. Das sind die jungen albanesischen Faltengebirge, deren tektonische Verhältnisse mit jenen der epirotischen und westgriechischen Gebirge vollständig übereinstimmen.

2. Die westliche Randpartie der alten Masse oder die westmacedonische Zone mit dem krystallinischen Streifen im Westen und den angelagerten mesozoischen und paläogenen Gesteinen im Osten.

3. Die echte Rhodopemasse im O vom Vardar.

In der Richtung von O gegen W kommt man in immer jüngere Faltenzonen hinein. Es scheint, als ob sich die Faltung, von der alten Masse ausgehend, immer weiter nach W fortgepflanzt hätte.

Zusammenhang zwischen den tektonischen Vorgängen und der Gestalt der Balkanhalbinsel.

Der Zusammenhang zwischen den geradlinigen oder wenig gegliederten Westküsten der Balkanhalbinsel einerseits und den reich gegliederten Süd- und Ostküsten anderseits mit den jungen und alten Gebirgen und ihren verschiedenen tektonischen Vorgängen ist klar und braucht keiner näheren Begründung. Es ist ebenso evident, dass mit der zunehmenden Intensität der verticalen Verschiebungen vom N nach S der Balkanhalbinsel die an Buchten, Halbinseln und Inseln reiche Gliederung in Verbindung steht, welche passend als die griechische bezeichnet wird.

Abgesehen von diesen zwei Beziehungen besteht noch eine weit wichtigere, durch welche die allgemeine Gestalt der Balkanhalbinsel bedingt wird.

Für die Gestalt der Balkanhalbinsel sind insbesondere zwei Buchten von entscheidender Bedeutung, jene von Salonik im S und die Bucht von S. Giovani di Medua im W.

Der Golf von Salonik ist der geräumigste; durch ihn erfährt die Balkanhalbinsel ihre tiefe, bis in das Innere reichende Spaltung. Im O von Salonik liegt die beinahe ebenso große und ebenfalls tief in die Halbinsel einschneidende Bucht von Orfano; zwischen diesen Buchten befindet sich die stark zergliederte secundäre Halbinsel Chalkidike. Beide Buchten setzen sich in Becken und Ebenen gegen das Innere der Halbinsel fort. Infolge dieser Eigenschaften ist die Balkanhalbinsel am schmalsten in meridionaler Richtung, von Belgrad nach Salonik; alle meridionalen Bewegungen werden dadurch befördert, insbesondere sind dadurch Cultur- und Verkehrsverhältnisse beeinflusst.

Eine nicht geringere morphologische und culturelle Bedeutung hat die Bucht von S. Giovanni di Medua. Um diese Bucht herum findet ein plötzliches Umbiegen der Küste der Balkanhalbinsel aus der dinarischen (NW—SO) in die albanesisch-griechische oder meridionale Richtung statt. Die allgemeine Gestalt der Balkanhalbinsel wird dadurch stark beeinflusst. Weiterhin bildet diese tiefe Einbuchtung jene Küstenpartie der Adria, welche den Centralgebieten der Halbinsel am nächsten liegt. Deshalb hatten alle wichtigeren mittelalterlichen Handelsstraßen, welche die Balkanhalbinsel mit Italien verbanden, längs dieser ausgebuchteten Küste ihre Ausgangspunkte.

Diese beiden Buchten verdanken ihre Entstehung zwei verschiedenen tektonischen Vorgängen.

Aus der tektonischen Skizze von Neumayr[1] und den Untersuchungen von Philippson war es klar geworden, dass die Bucht von Salonik einen Graben darstellt und dass die zerfranste Gestalt der Chalkidike auf Brüche zurückzuführen sei. Durch meine Untersuchungen ist nun das Netz der Verwerfungen um Salonik herum vervollständigt und die Existenz der Brüche auch im Golfe von Orfano nachgewiesen. Die tiefe Zergliederung der Halbinsel an diesen Punkten steht

[1] Tektonische Übersichtskarte eines Theiles der Küstenländer des Ägäischen Meeres, zusammengestellt nach den Untersuchungen von A. Bittner, L. Burgerstein, M. Neumayr und F. Teller. Denkschr. der kaiserl. Akad. der Wissensch., Bd. XL, mathem.-naturw. Cl., S. 414.

weiter mit der Zunahme der Senkungsintensität in der Rhodopemasse von N nach S in Zusammenhang.

Das Umbiegen der adriatischen Küste bei S. Giovanni di Medua dagegen wird durch jene Scharung der dinarischen und albanesischen Faltengebirge verursacht, die ich angedeutet habe und die schon auf der tektonischen Skizze zum Ausdrucke kommt.